

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 761 336 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.1997 Patentblatt 1997/11

(51) Int. Cl.⁶: B21D 28/28

(21) Anmeldenummer: 96113674.4

(22) Anmeldetag: 27.08.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: 06.09.1995 DE 19532860

(71) Anmelder: Behr GmbH & Co.
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• Baumann, Rainer
71665 Vaihingen/Enz (DE)

• Rilk, Martin
75181 Pforzheim (DE)

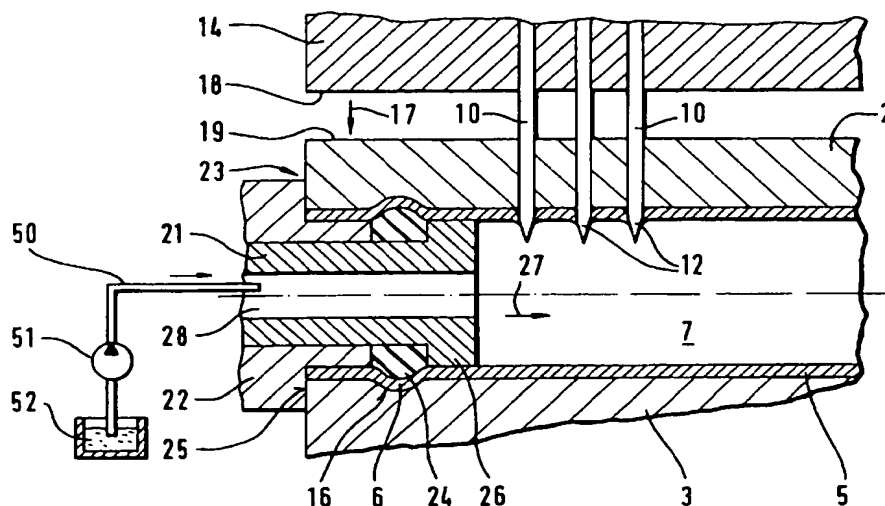
(74) Vertreter: Riedel, Peter et al
Patent- und Rechtsanwalts-Kanzlei,
Dipl.-Ing. W. Jackisch & Partner,
Menzelstrasse 40
70192 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren und Werkzeug zur Herstellung eines einstückigen Sammelrohres

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einstückigen Sammelrohres (5) für einen Wärmetauscher und ein Werkzeug für die Herstellung des Sammelrohres. In eine Werkzeugform wird das Sammelrohr (5) eingelegt und endseitig dicht verschlossen. Durch eine Druckmittelzuführung (50, 51) wird in dem Sammelrohr (5) ein Innendruck aufgebaut, der den radial in das Sammelrohr einzudrückenden Stempeln

(10) entgegenwirkt. Befinden sich die Stempel (10) so weit in dem Sammelrohr (5), daß die Öffnungen mit den diese umgebenden Durchzügen erzeugt sind, wird durch stirnseitig aus dem Sammelrohr (5) abgeführtes Druckmittel der Innendruck abgebaut. Danach werden die Stempel (10) aus dem Sammelrohr (5) gezogen und das Sammelrohr aus der Werkzeugform ausgeworfen.

Fig. 3



EP 0 761 336 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einstückigen Sammelrohres für einen Wärmetauscher der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung sowie ein Werkzeug der im Oberbegriff des Anspruchs 6 angegebenen Gattung.

In der EP 0 198 581 B1 ist ein Wärmetauscher beschrieben, bei dem die Enden der parallel verlaufenden Wärmetauscherrohre in Sammelrohren aufgenommen sind. Hierzu sind in die Wandung der Sammelrohre schlitzförmige Öffnungen eingebracht, in die die Enden der Wärmetauscherrohre eingesteckt und mit dem Sammelrohr verlötet sind. Zwischen jeweils zwei der schlitzartigen Öffnungen ist die Wandung des Sammelrohres kuppelförmig gestaltet, da es erforderlich ist, das Material des Sammelrohres weit in das Sammelrohr hineinzuziehen. Nur auf diese Weise kann eine ausreichende Anlage des Sammelrohres an den Flachseiten der Enden der Wärmetauscherrohre erreicht werden. Diese Ausgestaltung ist jedoch nur dann möglich, wenn zwischen den jeweiligen Wärmetauscherrohren ein bestimmter Abstand vorhanden ist. Bei geringen Abständen zwischen benachbarten Wärmetauscherrohren ist eine solche Ausführung nicht möglich. Außerdem ist die Kontur der in das Sammelrohr ragenden Durchzüge, welche die schlitzartigen Öffnungen ergeben, nicht exakt geformt, da das Material des Sammelrohres beim Eindringen der Stempel zur Erzeugung der schlitzartigen Öffnungen zunächst nach innen verformt und dann aufgerissen wird, ohne eine genaue Kontur hervorzurufen.

Zur Herstellung eines Rohres mit mehreren in der Rohrwandung angeordneten Öffnungen mit nach innen gerichteten Durchzügen ist es aus der US-PS 4,679,289 bekannt, eine Innenmatrize in das Rohr einzuführen, die eine Abstützung des Rohres beim Eindringen der Stempel gewährleistet. Auf diese Weise lassen sich in der Rohrwandung Öffnungen herstellen, die exakt geformte Durchzüge aufweisen und wobei die zwischen benachbarten Öffnungen liegenden Abschnitte des Sammelrohres der ursprünglichen Rohrkontur entsprechen. Eine derartige Innenmatrize muß jedoch wegen des mehrstufigen Entformungsvorgangs zweiteilig ausgeführt werden, so daß das entsprechende Werkzeug aufwendig ist. Die in zeitlich aufeinander folgenden Stufen durchgeführte Entformung der Innenmatrize wirkt sich auf die Taktzeiten zur Herstellung eines derartigen Sammelrohres aus.

In EP 0 484 789 B1 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Durchbruchs in der Wandung eines als Hohlkörper ausgebildeten Werkstücks beschrieben, wobei das Werkstück in ein Werkzeug eingesetzt wird, welches im Bereich des vorgesehenen Durchbruches mit einer Ausformung versehen ist. Dabei besitzt die Ausformung eine dem zu erzeugenden Durchbruch entsprechende Randkontur, so daß bei der Beaufschlagung des Werkstückes mit einem entsprechenden Innendruck in dem Hohlraum ein Einschneiden der Werkstückwandung

entlang der Kante der Ausformung erfolgt. Ein derartiges Verfahren ist jedoch nicht geeignet, um eine Vielzahl von dicht beieinander angeordneten Öffnungen in einer Rohrwandung zu erzeugen, und schon gar nicht können die Öffnungen umgebende und zur Rohrmitte gerichtete Durchzüge erzeugt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines einstückigen Sammelrohres für einen Wärmetauscher der gattungsgemäßen Art zu schaffen, durch das auf einfache Weise exakt geformte Öffnungen und Durchzüge unabhängig von der Querschnittsform des Sammelrohres erzeugbar sind. Außerdem besteht die Aufgabe darin, ein Werkzeug der im Oberbegriff des Anspruchs 6 genannten Gattung zu schaffen, durch das auf einfache Weise unter Verringerung des Werkzeugverschleiß ein Sammelrohr mit präzise geformten Öffnungen und Durchzügen für einen Wärmetauscher herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bezüglich des Herstellungsverfahrens durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und bezüglich des Werkzeugs durch ein Werkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, daß auf einfache Weise und unabhängig von der Rohrform im Innern des Rohres eine Abstützung durch Druckbeaufschlagung erfolgt, so daß die Kontur des Sammelrohres unverändert bleibt. Die in der Rohrwandung erzeugten Öffnungen und die diese umgebenden Durchzüge haben eine äußerst exakte, dem Außenumfang der Wärmetauscherrohre entsprechende Kontur, die zu einer Steigerung der Fertigungsqualität bei der Wärmetauscherherstellung führt. Da ein Druckfluid zur inneren Abstützung beim Eindringen der Stempel in das Sammelrohr benutzt wird, entstehen keine Riefen, wie dies bei den bekannten Anordnungen mit axial zu entformenden Innenmatrizen der Fall ist.

Da für das Eindringen der Stempel das Sammelrohr in der Werkzeugform aufgenommen wird, ist es auf einfache Weise möglich, nach dem Schließen der Werkzeugform an dem Sammelrohr nahe dessen Stirnseite eine in Umfangsrichtung verlaufende ringförmige Ausprägung zu erzeugen. Mit einer solchen Ausprägung versehen, kann das Ende des Sammelrohres gleichzeitig als Schlauchanschluß für einen Kühlmittelschlauch oder dergleichen dienen. Sofern in dem Sammelrohr eine quer zur Längsrichtung verlaufende Trennwand angeordnet ist und wobei ein Abschnitt des Sammelrohres als Zufluß und der andere Abschnitt als Ablauf dient, können selbstverständlich beide Enden des Sammelrohres mit entsprechenden ringförmigen Ausprägungen versehen werden. Die Herstellung dieser ringförmigen Ausprägungen erfolgt vorzugsweise durch Kompression eines Kunststoffteils, wobei die radial nach außen wirkende Preßkraft des Kunststoffteils die Rohrwandung in eine entsprechende Ausnehmung in der Werkzeugform drückt.

Zur inneren Abstützung des Sammelrohres beim Eindringen der Stempel ist ein ausreichender Innendruck erforderlich, wobei die Höhe des Innendruckes

von mehreren Parametern abhängig ist. Dabei kann der Innendruck zwischen 2 M Pa (20 bar) und 50 M Pa (500 bar) betragen. Als besonders geeignet wird die Beaufschlagung mit einem Innendruck zwischen 4 M Pa und 10 M Pa angesehen. Um bei der späteren Wärmetauscherherstellung das Einführen der Wärmetauscherrohre in die Öffnungen im Sammelrohr zu erleichtern, ist es zweckmäßig, die Öffnungen mit einer Einführschräge zu versehen. Diese Einführschrägen werden in bevorzugter Weise während eines Resthubs beim Eindringen des Stempel erzeugt, so daß kein zusätzlicher Arbeitsgang erforderlich ist.

Die Erfindung kann mit Sammelrohren unterschiedlichen Querschnitts realisiert werden, in der Praxis dürften jedoch zylindrische Rohrformen die größte Bedeutung haben. Es ist daher zweckmäßig, den Aufnahmeraum in der Werkzeugform zylinderförmig zu gestalten. Damit der Ringwulst am Ende des Sammelrohres bei dem in der Werkzeugform eingelegten Rohr erzeugt werden kann, ist an mindestens einem Ende des Aufnahmeortes in geringem Abstand zur Stirnseite des Sammelrohres eine in Umfangsrichtung verlaufende ringförmige Vertiefung vorgesehen.

Um die Zahl der relativ zueinander zu bewegenden Teile zu begrenzen, ist die Werkzeugform zweiteilig ausgebildet, wobei ein Werkzeugoberteil und ein Werkzeugunterteil zwei gleiche, jedoch spiegelbildliche Ausformungen zur gemeinsamen Bildung des Aufnahmeortes aufweisen. Die Stempel sind in Führungsöffnungen des Werkzeugoberteils gelagert, wobei diese Lagerung möglichst spielfrei ist und lediglich ein für die Schmierung der bewegten Teile ausreichender Schmierfilm ermöglicht werden muß. Auf der dem Werkzeugunterteil abgewandten Seite des Werkzeugoberteils ist das Betätigungselement für die Stempel angeordnet, welches vorzugsweise als Druckplatte ausgebildet ist, in der die Stempel in Richtung des Arbeitshubs kraftschlüssig gehalten sind. Damit die Eindringtiefe der Stempel in das Sammelrohr begrenzt wird, ist es zweckmäßig, daß die Strecke des Arbeitshubes durch den maximalen Abstand zwischen einer Anlagefläche des Betätigungselementes und einer Anschlagfläche des Werkzeugoberteils bestimmt ist.

Die Form der Öffnungen im Sammelrohr bestimmt sich nach der Querschnittsform der Wärmetauscherrohre, die mit dem Sammelrohr verbunden werden. Für Wärmetauscher mit Flachrohren sind daher in dem Werkzeug zur Herstellung des Sammelrohres Stempel vorzusehen, die eine längliche Querschnittsform mit parallelen Seitenflächen und gerundeten Schmalseiten aufweisen. Für Wärmetauscherrohre mit rundem oder ovalem Querschnitt ist selbstverständlich die Form des Stempels entsprechend zu gestalten. Um den Kraftaufwand beim Einstoßen der Stempel in die Rohrwandung zu begrenzen, ist es vorteilhaft, das vordere Ende des Stempels als Spitze mit zu den gerundeten Schmalseiten der Querschnittsform verlaufenden Schrägflächen auszubilden. Um einen möglichst exakten Schnitt in der Rohrwandung beim Eindringen des Stempels zu errei-

chen, ist an den Seitenflächen des Stempels eine zur Spitze gerichtete Anschrägung vorgesehen.

Zum druckdichten Verschließen ist es nicht erforderlich, die Werkzeugform abzudichten, sondern es genügt, daß dazu ein axial in das Ende des Sammelrohres einführbarer Stopfen vorgesehen ist. Ein solcher Stopfen kann beispielsweise eine konische Mantelfläche aufweisen und besteht vorzugsweise mindestens im Bereich der Mantelfläche aus einem Kunststoff oder Gummimaterial. Durch die konische Mantelfläche kommt es nicht auf den genauen Durchmesser an, da sich eine derartige Form stets selbst zentriert, bis die Mantelfläche des Stopfens sich über den gesamten Kreisumfang des Sammelrohrendes anlegt. Der Stopfen kann jedoch auch zylindrisch ausgebildet und mit einer ringförmigen Dichtung versehen sein. Als besonders zweckmäßig wird angesehen, daß der Stopfen ein elastisches Ringelement umfaßt, das zwischen zwei stirnseitigen Spannelementen angeordnet und durch axiale Kraftbeaufschlagung radial aufweitbar ist. Auf diese Weise ist genügend Spiel vorhanden, um den Stopfen in das Ende des Sammelrohres einzuführen, wobei dieses radiale Spiel durch die axiale Kraftbeaufschlagung überwunden und ein hoher Druck zur Abdichtung des Innenraumes des Sammelrohres erzeugt wird. Auf diese Weise kann darüber hinaus auch eine partielle Verformung des Sammelrohres erfolgen, beispielsweise zur Erzeugung des ringförmigen Wulstes nahe dem stirnseitigen Ende.

Für die Zuführung des Druckfluids dient vorzugsweise eine an dem Stopfen befestigte Druckmittelleitung. Dabei kann das Ende der Druckmittelleitung durch den Stopfen bis an die dem Innenraum des Sammelrohres zugewandte Seite des Stopfens geführt sein. Sofern die Druckmittelleitung nicht vollständig durch den Stopfen geführt ist, ist die Druckmittelleitung durch eine Bohrung im Stopfen mit dem Innenraum des Sammelrohres verbunden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und insbesondere das Werkzeug zur Herstellung eines Sammelrohres sind nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Ausschnitt einer Werkzeugform mit eingelegtem Sammelrohr vor dem Eindringen des Stempel,

Fig. 2 einen Ausschnitt der Werkzeugform mit in das Sammelrohr eingedrückten Stempeln,

Fig. 3 einen Schnitt durch den Endbereich des Sammelrohres mit Abdichtung und Druckmittelanschluß,

Fig. 4 die Draufsicht auf ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Sammelrohr,



- Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung eines Schnitts entlang der Linie V - V in Fig. 4,
- Fig. 6 einen Schnitt entlang der Linie VI - VI in Fig. 5,
- Fig. 7 eine Ausführungsvariante zu Fig. 5,
- Fig. 8 die Darstellung des vorderen Endes eines Stempels,
- Fig. 9 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles IX in Fig. 8,
- Fig. 10 eine Ausführungsvariante zu Fig. 2,
- Fig. 11 eine stirnseitige Ansicht der Werkzeugform ohne eingelegtes Sammelrohr.

Die Fig. 1 zeigt eine Werkzeugform 1, welche ein Werkzeugoberteil 2 und ein Werkzeugunterteil 3 mit jeweils darin angeordneten Ausformungen 4, 4' umfaßt, wobei diese Ausformungen 4, 4' gemeinsam einen Aufnahme- raum 15 für ein Sammelrohr 5 bilden. Die Teilungsebene der Werkzeugform 1 verläuft in Höhe der Mittellinie M des Sammelrohres bzw. des durch die Ausformungen 4, 4' gebildeten Aufnahme- raumes 15. Eine stirnseitige Ansicht auf die Werkzeugform 1 ohne eingelegtes Sammelrohr zeigt Fig. 11. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß die Ausformung 4 im Werkzeugoberteil 2 und die Ausformung 4' im Werkzeugunterteil 3 identisch ausgebildet sind und gemeinsam den Aufnahme- raum 15 bilden, der eine zylindrische Form aufweist. Die Teilungsebene T zwischen Werkzeugoberteil 2 und Werkzeugunterteil 3 befindet sich auf der Höhe der Mittelachse M des Aufnahme- raumes 15.

In dem Werkzeugoberteil 2 sind radial zum Sammelrohr 5 verlaufende Führungsöffnungen 11 vorgesehen, in denen Stempel 10 längsverschieblich geführt sind. Die Stempel 10 weisen ein vorderes Ende 12 auf, das in geringem Abstand zu dem Aufnahme- raum 15 bzw. der Wandung des darin befindlichen Sammelrohres 5 liegt. Die Führungsöffnungen 11 und die Stempel 10 besitzen eine längliche Querschnittsform mit zwei parallel verlaufenden Flachseiten, wie dies durch die um 90° gedrehte Ansicht der Fig. 11 in Verbindung mit Fig. 1 deutlich wird. Die Stempel 10 weisen jeweils einen dem vorderen Ende 12 entfernt liegenden Abschnitt 13 auf, der in einer Druckplatte 14 kraftschlüssig gehalten ist. Mit dem Pfeil 17 ist die Richtung angegeben, in der die Druckplatte 14 mit den daran befestigten Stempeln 10 einen Arbeitshub ausführt, wobei die Strecke des maximalen Arbeitshubs mit S angegeben ist. Diese Strecke S wird durch eine Anlage- fläche 18 an der Druckplatte 14 und eine dieser gegenüberliegenden Anschlagfläche 19 an dem Werkzeugoberteil 2 bestimmt.

Die Fig. 2 zeigt das entgegengesetzte Ende der Werkzeugform 1 mit dem darin befindlichen Sammel-

rohr 5, in dem Zustand, bei dem die Stempel 10 mit ihren vorderen Enden 12 in den Innenraum 7 des Sammelrohres 5 eingedrungen sind. Bevor die Druckplatte 14 mit den daran befestigten Stempeln 10 den Arbeitshub ausführt, wird der Innenraum 7 des Sammelrohres 5 mit einem Druckfluid gefüllt und ein Innendruck von zwischen 2 M Pa und 50 M Pa, vorzugsweise ca. 4 M Pa bis 10 M Pa aufgebaut. Dieser Innendruck stützt die Rohrwandung des Sammelrohres 5 gegen die radial auf das Sammelrohr 5 wirkenden Stempel 10, so daß die Rohrwandung im wesentlichen ihre Form behält und lediglich der Bereich der zu fertigenden Öffnungen verformt wird. Durch das radiale Eindringen der Stempel wird ein nach innen gerichteter Durchzug 20 gebildet, der sich aufgrund des Innendruckes im Sammelrohr 5 an die Umfangsfläche des Stempels 10 legt und an dieser in Anlage bleibt. Auf diese Weise kann beim Eindringen der Stempel 10 kein Druckfluid aus dem Innenraum 7 austreten, so daß der Innendruck aufrecht erhalten bleibt.

In der Fig. 3 ist ein Schnitt durch den endseitigen Abschnitt des Sammelrohres 5 während des Eindringens der Stempel 10 gezeigt. Dabei befindet sich in dem stirnseitigen Ende des Sammelrohres 5 ein Stopfen 23, der eine Innenhülse 21 sowie eine darauf konzentrisch angeordnete Abstützhülse 22 und ein Ringelement 24 aus einem elastischen Material, bspw. einem Gummi oder Kunststoffmaterial umfaßt. Die Abstützhülse 22 besitzt eine radiale Schulter 25, mit der sich der Abstützring 22 an der Werkzeugform 1 abstützt. Die Innenhülse 21 durchragt die Abstützhülse 22 und besitzt einen innerhalb des Sammelrohres 5 liegenden radialen Bund 26, wobei zwischen dem vorderen Ende der Innenhülse 21 und dem radialen Bund 26 das Ringelement 24 angeordnet ist. Die Abstützhülse 22 ist relativ zur Innenhülse 21 in Richtung des Pfeiles 27 begrenzt verschiebbar, wodurch der Abstand der radialen Flächen, die das Ringelement 24 in axialer Richtung beaufschlagen, vergrößert wird. Dies entspricht dem Zustand des Stopfens 23 vor dem Einführen in das stirnseitige Ende des Sammelrohres 5. Da in diesem Zustand das Ringelement 24 entspannt ist, besitzt dieses Ringelement einen Durchmesser, der dem Innendurchmesser des Sammelrohres 5 entspricht. Da auch die Mantelfläche der Abstützhülse 22 und der radiale Bund 26 der Innenhülse 21 ein geringes Untermaß gegenüber dem Innendurchmesser des Sammelrohres 5 ausweisen, läßt sich der Stopfen 23 leicht einführen, bis die radiale Schulter 25 an dem Werkzeugoberteil 2 und Werkzeugunterteil 3 anliegt.

Durch axiales Verschieben der Innenhülse 21 entgegen der Richtung des Pfeiles 27 wird das Ringelement 24 in axialer Richtung beaufschlagt, so daß das Material des Ringelementes 24 radial nach außen auszuweichen versucht. Da sich das Ringelement 24 bezogen auf die Längserstreckung des Aufnahme- raumes 15 in einer Ebene befindet, in der der Aufnahme- raum 15 die ringförmige Vertiefung 16 aufweist, bewirkt die radial von dem Ringelement 24 auf das Rohrmaterial

wirkende Kraft eine Aufweitung des Sammelrohres im Bereich der Vertiefung 16, so daß sich die Rohrwandung in die Vertiefung 16 drücken läßt und die ringförmige Ausprägung 6 gebildet wird. Dies entspricht der in Fig. 3 dargestellten Position. Die Innenhülse 21 weist einen axialen Druckmittelkanal 28 auf, der an eine Druckmittelleitung 50 angeschlossen ist und durch den Druckfluid aus einem Reservoir 52 mittels einer Pumpe 51 in den Innenraum 7 des Sammelrohres 5 zuführbar ist. Abgesehen von dem Druckmittelkanal 28 ist der Innenraum 7 des Sammelrohres 5 vollständig verschlossen, so daß der für die Innenabstützung des Sammelrohres erforderliche Druck aufgebaut werden kann. Da sich der Stopfen 23 während des Druckaufbaus und der Druckhaltephase in der in Fig. 3 gezeigten Stellung befindet, sorgt das Ringelement 24 für eine zuverlässige Abdichtung gegen den Austritt des Druckfluids.

Sobald ein ausreichender Druck im Innenraum 7 des Sammelrohres 5 aufgebaut ist, wird die Druckplatte 14 in Pfeilrichtung 17 bewegt, wodurch die Stempel 10 mit ihren vorderen Enden 12 in das Sammelrohr eingestoßen werden. Aufgrund des Innendruckes wird die Rohrwandung des Sammelrohres abgestützt, so daß lediglich die Öffnungen mit den diese umgebenden Durchzügen 20 erzeugt werden. Bevor die Druckplatte 14 und die Stempel 10 einen Arbeitshub entgegen der Pfeilrichtung 17 ausführen, wird der Druck im Sammelrohr abgebaut und das Druckfluid ggf. in einen entsprechenden Speicher zurückgeführt. Erst danach erfolgt das Ausziehen der Stempel 10 aus dem Sammelrohr 5 und das Öffnen der Werkzeugform 1, so daß das Sammelrohr aus der Werkzeugform ausgeworfen werden kann.

Die Fig. 4 zeigt die Draufsicht auf ein Sammelrohr 5 mit nahe jedem Stirnende des Sammelrohres angeordneter Ausprägung 6 sowie einer Vielzahl von schlitzartigen Öffnungen 29, die in gleichen Abständen, parallel zueinander verlaufend und orthogonal zur Längsrichtung des Sammelrohres angeordnet sind. Der Abstand der jeweils äußeren Öffnung 29 zur jeweiligen Stirnseite des Sammelrohres 5 kann beliebig gewählt werden und ist im wesentlichen durch Einbaubedingungen des Wärmetauschers, Lage und Richtung der Anschlußstutzen und dergleichen bestimmt.

Die Fig. 5 zeigt einen Schnitt entlang der Linie V - V in Fig. 4. Es ist daraus ersichtlich, daß das Sammelrohr 5 einen kreisförmigen Querschnitt besitzt und die Öffnung 29 sich sichelförmig über einen bestimmten Bogenwinkel in der Rohrwandung erstreckt. Im Ausführungsbeispiel beträgt der Bogenwinkel γ ca. 70°, es sind jedoch auch schlitzartige Öffnungen 29 mit einem Bogenwinkel bis etwa 150° möglich. Entlang des Randes der Öffnungen 29 erstreckt sich der Durchzug 20, dessen Kontur entlang der parallelen Seitenflächen ebenfalls sichelförmig ist. Während der Durchzug 20 nahe der äußeren Mantelfläche des Sammelrohres 5 eine sich nach außen erweiternde Kontur aufweist, die bspw. auch als Einführschräge 31 ausgeführt sein kann, ist eine innere Umfangsfläche 30 als Anlageflä-

che für ein später einzubringendes Wärmetauscherrohr ausgebildet. Ein radial innen liegender Rand 32 des Durchzugs 20 ist wiederum etwas erweitert, so daß sich auf der Innenseite des Durchzugs 20 an dem später in das Sammelrohr 5 eingesetzten Wärmetauscherrohr ein Lötmeniskus bildet.

Die Fig. 6 zeigt einen Schnitt entlang der Linie VI - VI in Fig. 5. Daraus ist ersichtlich, daß die Außenkontur des Sammelrohres 5 völlig eben ist und lediglich durch die in der Rohrwandung eingebrachten Öffnungen 29 unterbrochen wird. Die Durchzüge 20 der Öffnungen 29 besitzen die gleiche Kontur mit Flächen 30 und dem in das Rohrinne gerichteten erweiterten Rand 32, wie dies bereits zu Fig. 5 beschrieben wurde.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsvariante der Fig. 5 mit einem in die schlitzartige Öffnung 29 eingesetzten Ende eines Wärmetauscherrohres 43. Dabei ist ein die schlitzartige Öffnung 29 umgebender Durchzug 33 vorgesehen, der eine über die Mantelfläche der Rohrwandung hinausstehende Stauchung 34 aufweist. Der Durchzug 33 weist im Gegensatz zur Fig. 5 keinen Abschnitt mit parallelen Flächen auf, sondern eine gewölbte Kontur, die mit der Mantelfläche des Wärmetauscherrohres 43 in Anlage kommt. Sowohl auf der Innenseite des Sammelrohres 5 als auch auf der Außenseite werden durch die Formgebung des Durchzugs 33 deutliche Lötmenisken gebildet.

Die Fig. 8 zeigt das vordere Ende 12 des Stempels 10, das an einem Stempelschaft 39 angeformt ist und eine Spitze 35 mit sich in Richtung auf die Schmalseiten 36, 36' erstreckenden Schräglflächen 37 umfaßt, die einen stumpfen Winkel β zwischen sich einschließen. An die Schräglflächen 37 schließt sich ein Abschnitt 38 mit axialer Kontur an, wobei dieser axiale Abschnitt orthogonal zur Längsachse des Stempels 10 eine etwas geringere Breite besitzt als die Erstreckung der Seitenflächen zwischen den Schmalseiten 36 und 36' des Stempelschaftes 39. Zwischen dem Abschnitt 38 und dem Stempelschaft 39 ist ein Absatz 40 gebildet, der entsprechend der gewünschten Kontur an der Außenseite des Durchzugs eine mehr oder weniger starke Schrägung ausweist.

Die Fig. 9 zeigt eine Ansicht in Richtung des Pfeiles IX der Fig. 8, woraus ersichtlich ist, daß der Stempel 10 eine flache Querschnittsform besitzt. Der Stempelschaft 39 ist an parallelen Seitenflächen 41 mit zur Spitze 35 verlaufenden Anschrägungen 42 versehen, wobei diese Anschrägungen zwischen sich einen Winkel $\alpha < 40^\circ$ einschließen. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 9 beträgt der Winkel α etwa 20°.

Die Fig. 10 zeigt eine Anordnung ähnlich derjenigen in Fig. 2. Zum druckdichten Verschließen des Sammelrohres 5 dient in Fig. 10 ein Stopfen 44 mit konischer Mantelfläche 45, wodurch sich der Stopfen 44 beim Einführen in die Stirnseite des Sammelrohres 5 selbst zentriert und das stirnseitige Ende des Sammelrohres sicher verschließt. Der Stopfen 44 ist auf dem Ende einer Druckmittelleitung 46 befestigt, so daß die Druckmittelleitung unmittelbar in den Innenraum 7 des Sam-

melrohres 5 mündet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines einstückigen Sammelrohres (5) für einen Wärmetauscher, insbesondere Kühlmittelkühler für ein Kraftfahrzeug, bei dem mehrere Öffnungen (29) in der Rohrwandung durch Eindrücken von radial auf die Rohrwandung einwirkenden Stempeln (10) erzeugt werden, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - a) das Sammelrohr (5) wird in eine in dessen Längsrichtung geteilte Werkzeugform (1), welche die Kontur des Sammelrohres (5) aufweist, eingelegt und die Werkzeugform (1) geschlossen,
 - b) an das Sammelrohr (5) wird stirnseitig eine Druckmittelzuführung angeschlossen und im übrigen erfolgt die Abdichtung der Sammelrohrenden,
 - c) der Innenraum (7) des Sammelrohres (5) wird durch die Druckmittelzuführung mit einem Druckfluid gefüllt, so daß das Sammelrohr (5) mit einem vorbestimmten Innendruck beaufschlagt ist,
 - d) beim Durchstoßen der Rohrwandung mittels der Stempel (10) werden zur Innenseite des Sammelrohres (5) gerichtete Durchzüge (20, 33) erzeugt, die sich dichtend an den Umfang des jeweiligen Stempels (10) anlegen,
 - e) der Druck im Sammelrohr (5) wird durch stirnseitig aus dem Sammelrohr abgeführtes Druckfluid abgebaut,
 - f) die Stempel (10) werden aus dem Sammelrohr (5) gezogen und das Sammelrohr aus der Werkzeugform (1) ausgeworfen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Schließen der Werkzeugform (1) an dem Sammelrohr (5) nahe dessen Stirnseiten in Umfangsrichtung verlaufende, ringförmige Ausprägungen (6) erzeugt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Ausprägungen (6) durch axiale Kompression eines Ringelementes (24) erzeugt werden, wodurch eine radial nach außen wirkende Preßkraft entsteht, welche die Rohrwand in eine entsprechende Ausnehmung (16) in der Werkzeugform (1) drückt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sammelrohr (5) mit einem Innendruck zwischen 2 MPa und 50 MPa, vorzugsweise zwischen 4 MPa und 10 MPa beaufschlagt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während eines Resthubs beim Eindrücken der Stempel (10) an den Durchzügen (20, 33) eine Einführschräge (31) geformt wird.
6. Werkzeug zur Herstellung eines einstückigen Sammelrohres (5) für einen Wärmetauscher mit Stempeln (10) zum radialen Durchdringen der Wandung des Sammelrohres (5) zum Einbringen mehrerer Öffnungen (29) mit in das Sammelrohr (5) gerichteten Durchzügen (20, 33), dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug eine mehrteilige Werkzeugform (1) mit einem Aufnahmeraum (15) für das Sammelrohr (5) umfaßt, wobei die Werkzeugform (1) eine in Längsrichtung des Sammelrohres (5) verlaufende Teilungsebene (T) aufweist und in einem Teil der Werkzeugform mehrere Stempel (10) zur Ausführung eines Arbeitshubs längsverschieblich gelagert und mit einem Betätigungselement (14) verbunden sind und daß das Werkzeug mindestens ein Mittel zum druckdichten Verschließen der Enden des Sammelrohres (5) und Zuführung eines Druckfluids in einen Innenraum (7) des Sammelrohres (5) aufweist.
7. Werkzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahmeraum (15) die Form eines Zylinders aufweist.
8. Werkzeug nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einem Ende des Aufnahmeraumes (15) in geringem Abstand zur Stirnseite des Sammelrohres (5) eine in Umfangsrichtung verlaufende ringförmige Vertiefung (6) vorgesehen ist.
9. Werkzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugform (1) zweiteilig ausgebildet ist, wobei ein Werkzeugoberteil (2) und ein Werkzeugunterteil (3) gleiche, jedoch spiegelbildliche Ausformungen (4) zur gemeinsamen Bildung des Aufnahmeraumes (15) aufweisen und vorzugsweise die Stempel (10) in Führungsöffnungen (11) des Werkzeugoberteils (2) gelagert sind und das Betätigungselement (14) auf der dem Werkzeugunterteil (3) abgewandten Seite des Werkzeugoberteils (2) angeordnet ist.
10. Werkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungselement als Druckplatte (14) ausgebildet ist, in der die Stempel (10) in Richtung des Arbeitshubs (17) kraftschlüssig gehalten sind, wobei vorzugsweise die Strecke (S) des Arbeitshubs durch den maximalen Abstand zwischen einer Anlagefläche (18) des Betätigungselementes (14) und einer Anschlagfläche (19) des Werkzeugoberteils (2) bestimmt ist.

11. Werkzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stempel (10) eine längliche Querschnittsform mit parallelen Seitenflächen (41) und gerundeten Schmalseiten (36) aufweisen, wobei vorzugsweise das vordere Ende (12) des Stempels (10) als Spitze (35) mit zu den gerundeten Schmalseiten (36) der Querschnittsform verlaufenden Schrägflächen (37) ausgebildet ist und insbesondere sich an die Schrägflächen (37) ein axialer Abschnitt (38) anschließt, dessen parallele Seitenflächen etwas kürzer sind als die eines Stempelschaftes, so daß zwischen dem Abschnitt und dem Stempelschaft ein Absatz gebildet und an den Seitenflächen (41) eine zur Spitze (35) gerichtete Anschrägung (42) vorgesehen ist.
12. Werkzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zum druckdichten Verschließen ein axial in das Ende des Sammelrohres (5) einführbarer Stopfen (8, 8'; 23; 44) vorgesehen ist.
13. Werkzeug nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Stopfen (44) eine konische Mantelfläche (45) aufweist und vorzugsweise mindestens im Bereich der Mantelfläche (45) aus einem Kunststoff oder Gummimaterial besteht.
14. Werkzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Stopfen (8, 8'; 23) zylindrisch ausgebildet und mit einer ringförmigen Dichtung (9, 24) versehen ist.
15. Werkzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Stopfen (23) ein elastisches Ringelement (24) umfaßt, das zwischen zwei stirnseitigen Spannelementen (22, 26) angeordnet und durch axiale Kraftbeaufschlagung radial aufweitbar ist, wobei vorzugsweise das Ringelement (24) aus Polyurethan besteht.
16. Werkzeug nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zuführung des Druckfluids eine an einem der Stopfen (23, 44) befestigte Druckmittelleitung (46) und in dem Stopfen (23) ein Druckmittelkanal (28) vorgesehen ist, der die Druckmittelleitung mit dem Innenraum (7) des Sammelrohres (5) verbindet.

Fig.1

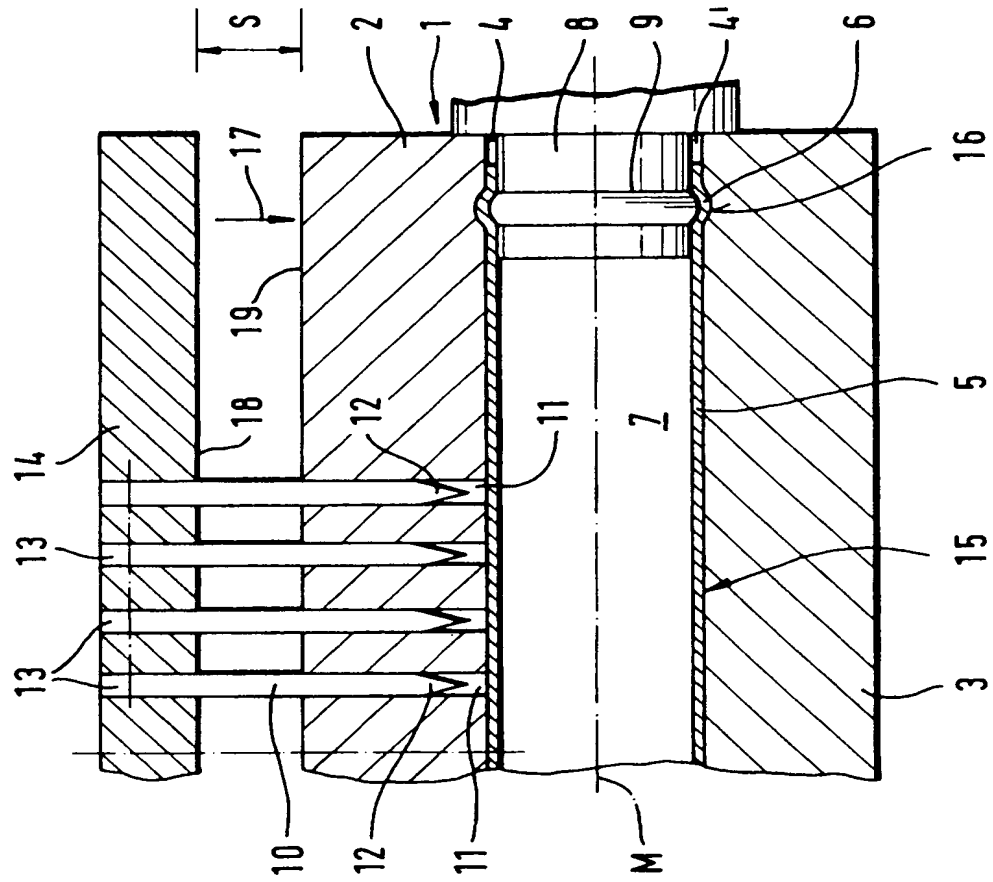


Fig.2

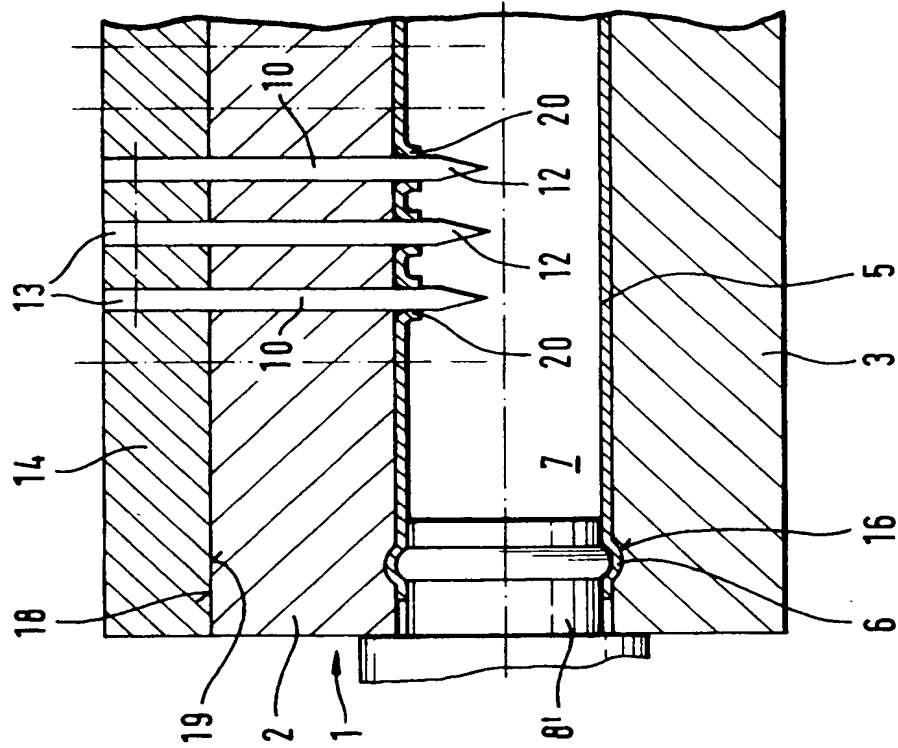


Fig.11

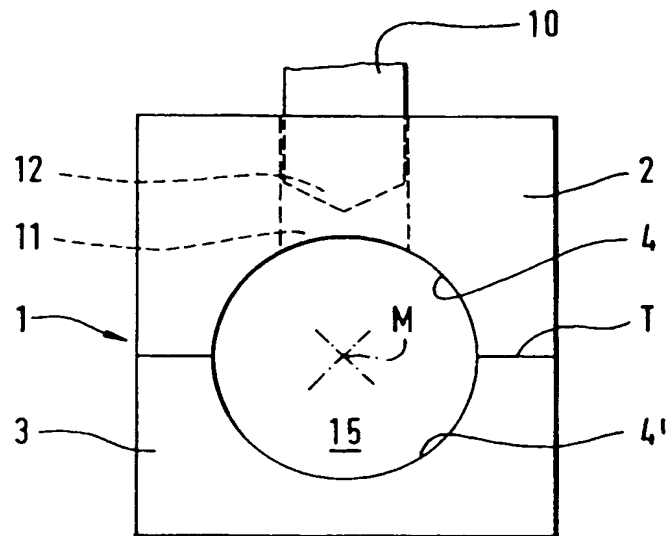
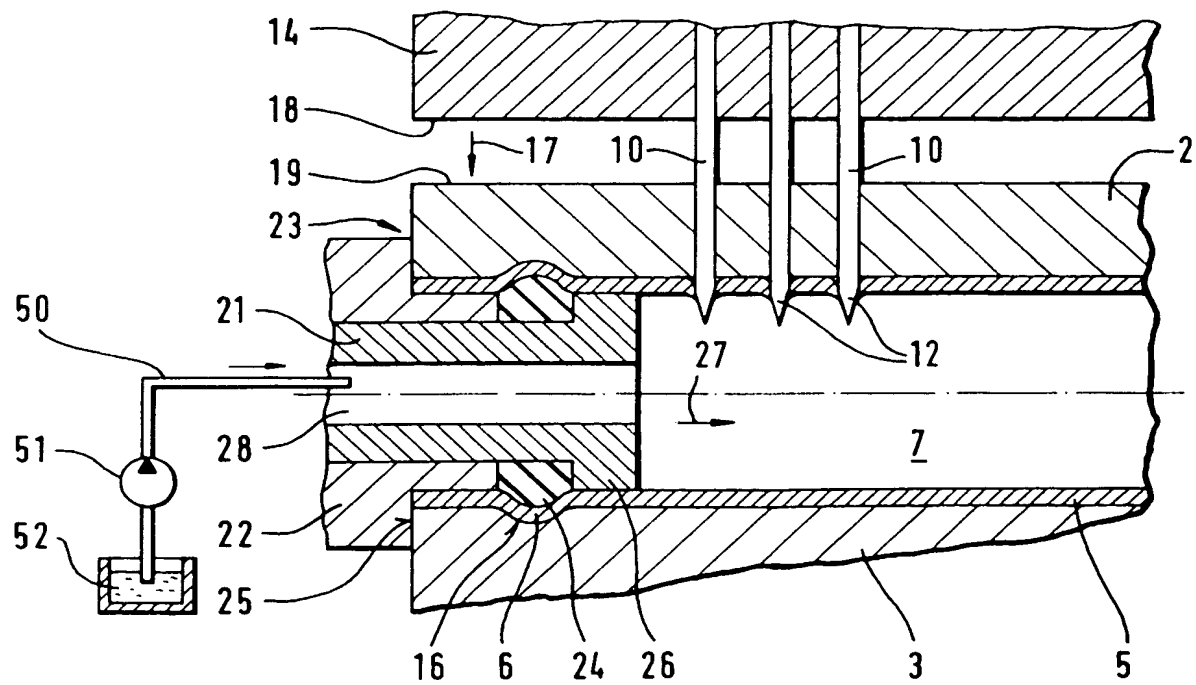


Fig. 3



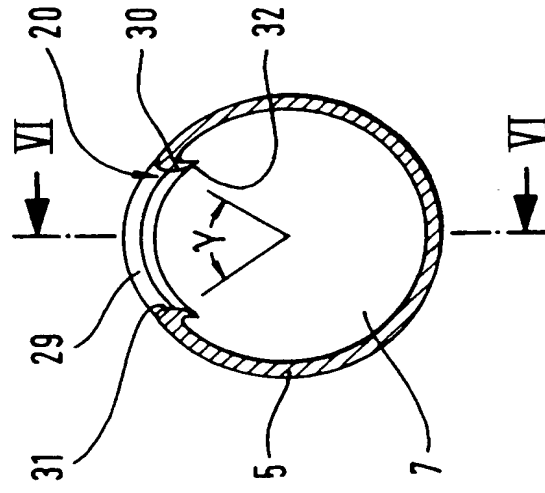
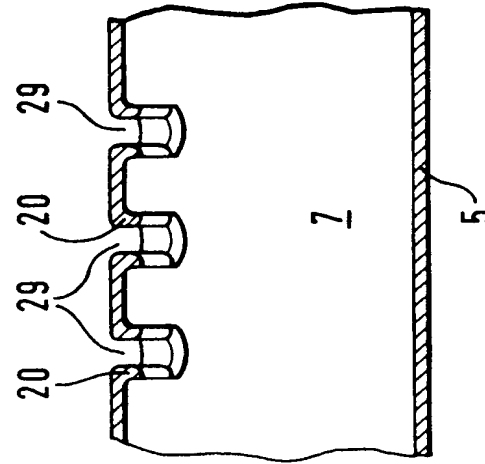
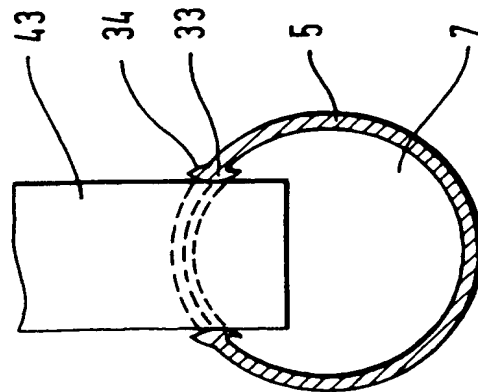
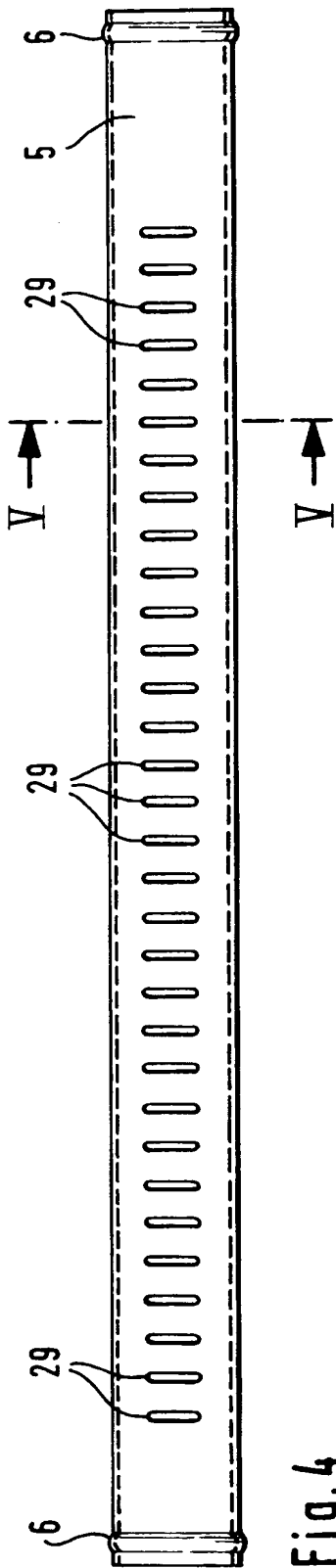


Fig. 8

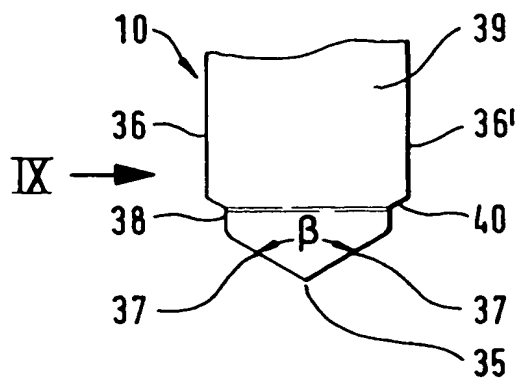


Fig. 9

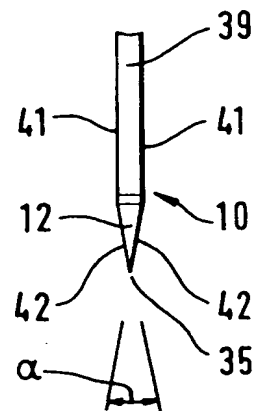
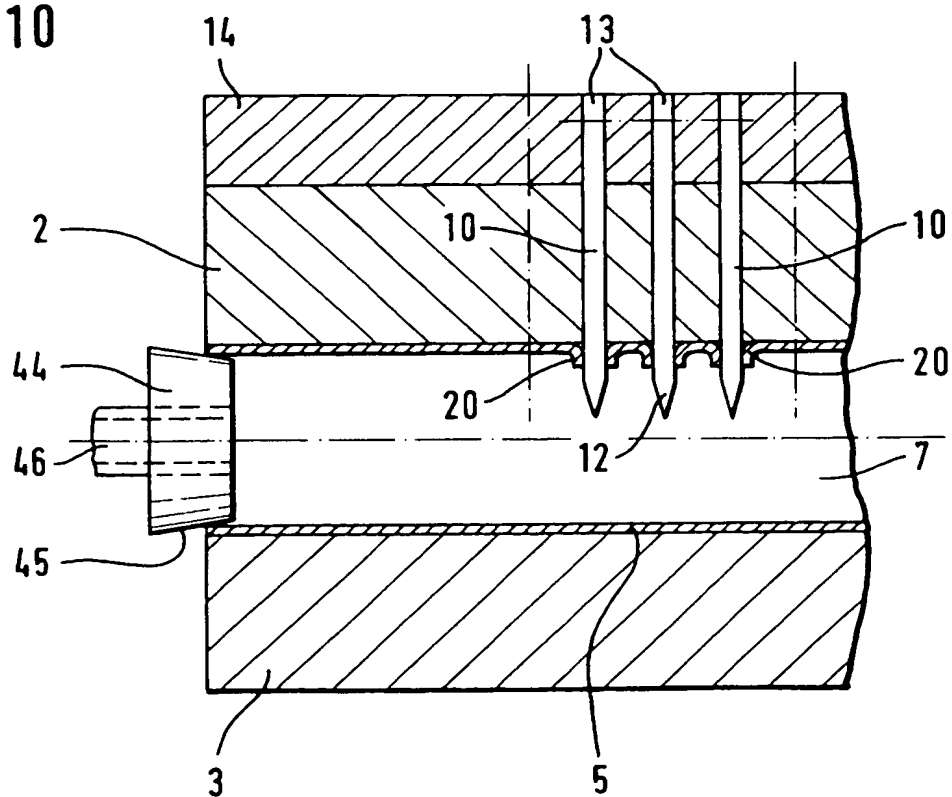


Fig. 10





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 3674

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	DE-A-43 34 203 (BEHR GMBH & CO) 21.April 1994 * Spalte 3, Zeile 21-25; Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 20-26 *	1,6	B21D28/28
Y	EP-A-0 588 528 (ARMCO STEEL CO ET AL) 23.März 1994 * Abbildungen 22-30 * * Spalte 25, Zeile 3-12 * * Spalte 26, Zeile 10-43 *	1,6	
A	US-A-5 445 002 (TI CORPORATE SERVICES LTD) 29.August 1995 * Abbildungen 5,6 *	1,6	
A	US-A-5 398 533 (GENERAL MOTORS CORP) 21.März 1995 * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 14 *	3,12-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchstadt MÜNCHEN		Abschließdatum der Recherche 3.Dezember 1996	
		Prüfer Ash, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)